

DERWENT-ACC-NO: 1993-372089  
DERWENT-WEEK: 199347  
COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

*translation?*

TITLE: Micro plasma jet forming appts. - comprising substrate having groove for plasma gas, substrate having through hole, cathode on first substrate, electric supply for plasma and plasma gas introducing means NoAbstract

PRIORITY-DATA: 1992JP-0066231 (March 24, 1992)

## PATENT-FAMILY:

| PUB-NO               | PUB-DATE         | LANGUAGE | PAGES | MAIN-IPC   |
|----------------------|------------------|----------|-------|------------|
| JP <u>05275192</u> A | October 22, 1993 |          | 006   | H05H001/34 |

INT-CL (IPC): B23K 10/00; H05H 1/34

L12 ANSWER 9 OF 24 JAPIO COPYRIGHT 2002 JPO  
AN 1993-275192 JAPIO  
TI **MICRO-PLASMA** JET FORMING DEVICE AND MANUFACTURE OF  
SAME  
IN GOTO YOSHITAKA; MIZUNO NAOHITO; FUJINO SEIJI  
PA NIPPONDENSO CO LTD, JP (CO 000426)  
PI JP 05275192 A 19931022 Heisei *get*  
AI JP1992-66231 (JP04066231 Heisei) 19920324  
SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Unexamined Applications, Section: E, Sect. No.  
1497, Vol. 18, No. 49, P. 25 (19940126)  
AB PURPOSE: To provide a processing machine, which suits ultra-fine  
processing in the atmosphere.  
CONSTITUTION: A silicon **wafer** 1 is provided by **etching**  
process with a gas passage 13, refrigerant passage 14, and pillar-form  
projection 10 and bonded directly with another silicon **wafer** 2  
on which a silicon oxide film 3 is formed. A jet 6 fitted with  
**anode electrode** 5b made of a high melting point metal is  
provided in the silicon **wafer** 2 in such a way as mating with the  
pillar-form projection 10, while a **cathode electrode**  
5a consisting of an N+ wired layer 4 and high melting point metal is  
formed in the silicon **wafer** 1 so that the pillar-form projection  
10 works as a **cathode**. An electric field is applied between  
these **cathode** and **anode electrodes**, and the  
**plasma** source gas 8 supplied through the gas passage 13 is turned  
into gas **plasma**, which is spouted out of the jet 6 in the form  
of **plasma** jet. A refrigerant 9 to cool this device circulates  
through the refrigerant passage 14. A

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-275192

(43)公開日 平成5年(1993)10月22日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|-------|---------|-----|--------|
| H 0 5 H 1/34             |       | 9014-2G |     |        |
| B 2 3 K 10/00            | 5 0 4 | 7920-4E |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

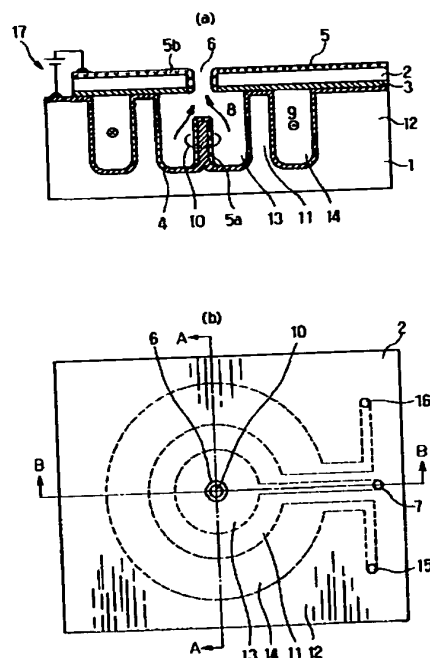
|          |                 |         |  |
|----------|-----------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平4-66231      | (71)出願人 | 000004260<br>日本電装株式会社<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 |
| (22)出願日  | 平成4年(1992)3月24日 | (72)発明者 | 後藤 吉孝<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内       |
|          |                 | (72)発明者 | 水野 直仁<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内       |
|          |                 | (72)発明者 | 藤野 誠二<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内       |
|          |                 | (74)代理人 | 弁理士 碓氷 裕彦                                |

(54)【発明の名称】 マイクロ・プラズマジェット形成装置およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 大気中での極微細加工に適した加工機を提供する。

【構成】 エッチングよりガス用通路13、冷媒用通路14、柱状突起10が形成されたシリコンウェハ1と、酸化シリコン膜3が形成されたシリコンウェハ2とが直接接合される。柱状突起10に対応してシリコンウェハ2には高融点金属からなる陽極電極5bが形成された噴出孔6が構成され、シリコンウェハ1には柱状突起10を陰極とすべくN<sup>+</sup>配線層4と高融点金属からなる陰極電極5aが形成される。陰極電極、陽極電極間には電界が印加されており、ガス用通路13を介して供給されたプラズマ源ガス8はガスプラズマとされ、噴出孔6よりプラズマジェットとして噴出される。冷媒用通路14には該装置を冷却する冷媒9が循環される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方の主面にプラズマ源ガスが導入される溝が形成されるとともに該溝内に突起構造を有する第1の基板と、

該第1の基板の前記一方の主面において電氣的に絶縁分離された状態で接合されると共に、前記突起構造に対応する位置に前記溝と外部とを連通する貫通孔が設けられた第2の基板と、

前記第1の基板の前記突起構造に設定された陰極と、  
前記第2の基板の前記貫通孔の周辺に設定された陽極

と、  
前記陰極と前記陽極との間に電界を印加するプラズマ用電源と、

前記溝から前記貫通孔を介して外部へ前記プラズマ源ガスを噴き出すように、前記陰極と前記陽極との間に前記プラズマ源ガスを供給するガス導入手段とを備えることを特徴とするマイクロ・プラズマジェット形成装置。

【請求項2】 前記第1の基板には、前記溝の周囲を囲むように冷却機構が配設されていることを特徴とする請求項1記載のマイクロ・プラズマジェット形成装置。

【請求項3】 前記第2の基板の前記貫通穴の周辺には、前記陽極より更に前記第1の基板から離れた位置に電界レンズが配設されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のマイクロ・プラズマジェット形成装置。

【請求項4】 第1の基板の一方の主面に、その内部に突起構造を残すように溝を形成する第1の工程と、前記溝をはさむように前記第1の基板の一方の主面に絶縁層を介して、第2の基板を接合する第2の工程と、前記第2の基板の前記突起構造に対応する位置に、前記溝より構成された内部空間へ連通する貫通穴を形成する第3の工程とを含むことを特徴とするマイクロ・プラズマジェット形成装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は微細加工技術に係わり、例えば全体の寸法が10mm以下というようなマイクロマシンの部品等の溶接、加工等に用いて好適なマイクロ・プラズマジェット形成装置およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来技術およびその問題点】 従来、一般的な溶接、切断等の加工技術にアーク放電を用いた加工機が利用されている。この加工機は、対向電極間にアーク放電を形成し、このアーク放電中を介してアルゴン、水素等のプラズマガスを分解、解離し、被加工材料にプラズマジェットとして噴きつけるようにするもので、高い気体温度を得ることができる。

【0003】 しかしながら、このプラズマジェットを用いた従来の加工機は、その体格が大きく、マイクロマシンの部品のように微細な被加工材料の加工に用いようと

しても、そのプラズマジェット自体が被加工材料より大きくなってしまい、超微細加工には適してはいなかった。

【0004】 そこで、超微細加工用の加工機として、例えば図6に示されるマイクロ電子銃が知られている(1991年12月13日応用物理学会結晶工学分科会年講演会テキスト『真空μエレクトロニクスとμマシニング』参照)。この電子銃は半導体製造技術を用い、シリコン基板61上に縦型フィールドエミッタ62と引き出し電極(ゲート)63及び静電レンズ(アノード)64を一体化形成することにより、集束電子ビームを発生する微小電子銃を実現したものである。アノード電圧 $V_A$ とゲート電圧 $V_G$ の比を設定することで、歪みの少ない集束電子ビームを得ることができる。

【0005】 しかしながら、この装置を用いて実際にマイクロマシン等の加工を行なう場合には電子銃であるため真空を必要とし、加工装置および加工材料をその内部に設定する真空チャンバが必要となり、システム全体が大がかりなものとなりコストアップを招くことが懸念される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記した問題点に鑑み、従来のプラズマジェットによる加工機を見直し、大気中でも極微小な部分の立体的な加工が行い得るマイクロ・プラズマジェット形成装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【発明の概要】 上記目的を実現すべく、本発明に係るマイクロ・プラズマジェット形成装置は、一方の主面にプラズマ源ガスが導入される溝が形成されるとともに該溝内に突起構造を有する第1の基板と、該第1の基板の前記一方の主面において電氣的に絶縁分離された状態で接合されると共に、前記突起構造に対応する位置に前記溝と外部とを連通する貫通孔が設けられた第2の基板と、前記第1の基板の前記突起構造に設定された陰極と、前記第2の基板の前記貫通孔の周辺に設定された陽極と、前記陰極と前記陽極との間に電界を印加するプラズマ用電源と、前記溝から前記貫通孔を介して外部へ前記プラズマ源ガスを噴き出すように、前記陰極と前記陽極との間に前記プラズマ源ガスを供給するガス導入手段とを備えることを特徴としている。

【0008】 また、上記構造を有する本発明に係るマイクロ・プラズマジェット形成装置の製造方法は、第1の基板の一方の主面に、その内部に突起構造を残すように溝を形成する第1の工程と、前記溝をはさむように前記第1の基板の一方の主面に絶縁層を介して、第2の基板を接合する第2の工程と、前記第2の基板の前記突起構造に対応する位置に、前記溝より構成された内部空間へ連通する貫通穴を形成する第3の工程とを含むことを特徴としている。

【0009】従って、本発明によれば、大気中での加工に適したプラズマジェット形成装置の製造に半導体製造技術を応用するようにしているため、該装置を超小型に製造することができ、しかも同一基板内に複数個形成することができることから一度に多くを容易に製造することができる。さらに、同一基板上に任意に該装置を配列させることができ、被加工材料の加工したい複数の部分に応じて装置を配置させることで一度に被加工材料の複数箇所を微細加工することに適用することも可能である。

【0010】

【実施例】以下、本発明を図に示す実施例に基づいて説明する。

(第1実施例) 図1～図3には本発明第1実施例を示す。図1は本実施例のマイクロ・プラズマジェット形成装置の概略的な構造図を示すもので、同図(b)に平面図、同図(a)にそのAA断面図を示す。また、図2はAA断面におけるその製造工程順の断面図を示す。また、図3は図1(b)におけるBB断面図である。なお、図1(b)には表面の電極層についてはその表示を省略している。

【0011】本実施例をその製造工程に従って次に説明する。まず、シリコンウェハ1の表面に酸化シリコン膜30を形成し、通常の半導体プロセスで用いられるフォトリソグラフィにてこの酸化シリコン膜30をパターンニングする。なお、このパターンニングは、図1(b)においてガス用通路13および冷媒用通路14の形成予定位置が開くパターンを有するように行われる。その後、このパターンニングされた酸化シリコン膜30をマスクとして、シリコンウェハ1を反応性イオンエッチング等によりトレンチエッチングする。このエッチングにより、シリコンウェハ1には、図2(a)に示すように、将来陰極が形成される柱状突起10、ガス用通路13と冷媒用通路14とを仕切るための仕切壁11および支持部12とが構成される。なお、このエッチングの深さは、プラズマジェットの許容電流密度の大きさによって必要とされる冷却能力によって設定されるもので、冷媒用通路14を循環させる冷媒量に応じて適宜設定するようにすればよい。

【0012】次に図2(b)に示すように、将来陰極に電圧を印加可能とするために、シリコンウェハ1表面よりマスクレスでN<sup>+</sup>配線層を拡散により形成する。尚、この工程はシリコンウェハ1としてN<sup>+</sup>型基板を用いるようにすれば省略可能である。

【0013】次に、図2(c)の様に、この通路13、14等の溝が形成されたシリコンウェハ1を他のシリコンウェハ2と、例えば特開平2-96350号公報等に開示される所謂ウェハ直接接合技術を用いて接合、一体化する。ここで、シリコンウェハ2には後述するように陽極が設定されるものであるため、陰極のリードとして

シリコンウェハ1表面に形成されたN<sup>+</sup>配線層4と陽極との絶縁性を十分確保するために、シリコンウェハ2の表面(接合面側)には接合前に前もって酸化シリコン層3が1μm程度形成されている。また、この酸化シリコン層3の存在によりウェハ直接接合がより容易となるという効果もある。

【0014】そして、この接合したシリコンウェハ2を表面側より研磨することにより、適当な厚さ(30μm程度)とする。なお、この研磨は上述の接合工程において取り扱いを容易とするために比較的厚いウェハを用いているため行うようにしている。

【0015】次に、図2(d)に示すように、シリコンウェハ2をエッチングすることにより、陰極となる柱状突起10に対応する位置、および図1(b)あるいは図3に示すようにガス用通路13、冷媒用通路14と連通する位置に、プラズマジェット噴出孔6、ガス導入孔7、冷媒導入孔15および冷媒排出孔16を開く。この場合、上層のシリコンウェハ2と下層のシリコンウェハ1との表面パターンのアライメントには、赤外線アライナ等を用いて行うことができる。尚、上述の図2(c)に示す工程において、シリコンウェハ2の代わりに石英ガラス等を用いることも可能であり、その場合、石英ガラスに上記噴出孔6等を開く場合、その位置合わせは容易となる。

【0016】その後、噴出孔6直下に位置する柱状突起10を適量エッチングし、全面もしくは少なくとも噴出孔6を含むその近傍より所望の引きまわしパターンを有して、シリコンウェハ2表面上に例えばタングステン、モリブデン等の高融点金属膜5をCVD、蒸着あるいはスパッタ等により堆積する。この時、高融点金属は噴出孔6の側壁および柱状突起10の表面にも被着し、各々陽極電極5b、陰極電極5aが構成される。柱状突起10のエッチングによる高さ調整にて、陰極電極5aと陽極電極5bとの空隙が調整される。

【0017】そして、シリコンウェハ1を陰極側、シリコンウェハ2を陽極側として各々図1(a)に示すようにN<sup>+</sup>配線層4、高融点金属膜5と接続する電源端子を形成し、ガス導入孔7、冷媒導入孔15および冷媒排出孔16に各々図示しないチューブを取り付けることで、図1および図3に示すマイクロ・プラズマジェット形成装置が製造される。

【0018】以上、本実施例を単体においてその製造工程順に説明したが、半導体製造技術を応用してプラズマジェット形成装置を形成するものであるため、陰極、陽極、冷却機構等が表面的に構成されることになり(プレーナ構造)、その体格は超小型としても精密に構成することができ、しかも同一基板上に高集積することによりチップ状として一度に多くを製造することができる。また、マスクパターンの変更のみで、同一基板上に複数個

を任意に配列させることができ、プラズマジェット・ア

レイを構成することも可能である。

【0019】次に本実施例装置の使用例について説明する。図1(a)に示すように、電源端子に直流正極性の電源(数100V)17を接続し、陰極電極5aおよび陽極電極5b間に電界を印加する。このとき、ガス導入孔7より電離度の高い第0族のガスであるアルゴンを導入し、アーク放電を発生させる。アーク放電を発生させるには両電極間に高周波を重畳させるかイグナイタ等で火花放電を発生させてその後アーク放電に移行させるようにすればよい。

【0020】放電が安定したところでこのアーク放電に、図3に示すようにガス導入孔7よりガス用通路13を介してプラズマ源ガス8としてアルゴンと水素を供給し、ガスプラズマとする。そして、このガスプラズマをプラズマ源ガス8の流れにてプラズマ噴出孔6から押し出すことにより、その流れを絞るプラズマジェットとする。

【0021】直流アーク放電によるプラズマジェットは、その気体温度は数1000℃以上であり、部品溶接、切断等に用いることができ、特に本実施例においては、その体積が超小型とされているために超小型にプラズマジェットを形成することができ、数mm以下の被加工材料に対しても精度よく加工を行うことが可能である。

【0022】また、アーク放電は数10 Torrから数気圧と大気中でも発生可能であるため、図6に示す電子銃を用いるもののように特別な真空チャンバ等も必要としない。

【0023】尚、プラズマジェットは上述したように気体温度が高温となるが、本実施例においては両電極5a、5bおよびガス用通路13を囲むようにして冷媒用通路14を構成しており、この冷媒用通路14に水、液体窒素等の冷媒9を循環させることにより、その冷却能力にて両電極5a、5bあるいは装置自体の熱損耗を効率的に防ぐことができる。

【0024】(第2実施例)本実施例は、上記第1実施例では図2(d)に示す工程において行った陰極を構成する柱状突起10の高さ調整を予め制御するようにした例である。

【0025】本実施例を図4(a)~(e)を用いて説明する。尚、図4(a)~(e)において、上記第1実施例と同等の構成には同一符号を付してある。

【0026】まず、図4(a)に示すように、シリコンウェハ1の将来陰極を構成する領域に所定の深さdを有する凹部1aを形成する。この凹部1aの深さdは陰極と陽極との間に設けるギャップ長に応じてその値が設定されるものである。

【0027】その後、図2(a)~(d)と同様にして本実施例によるマイクロプラズマジェット形成装置が製造される。尚、本実施例においては、図4(d)におい

てプラズマ噴出孔6形成以前に高融点金属膜5を堆積するようにしており、上記第1実施例のように柱状突起10に高融点金属膜5を堆積して陰極電極5aとはせず、単にN<sup>+</sup>配線層4により陰極電極4aを構成するようにしている。

【0028】(第3実施例)本実施例は、陽極より更に上方に電極(電界レンズ)を構成して、形成されたプラズマ内のイオン又は電子を収束するように電界をプラズマジェットに印加することにより、帯電しているプラズマジェットのビーム径を変化させ、より精密な加工を実現できるようにしたものである。

【0029】図5を用いて本実施例を説明する。上記第1実施例、第2実施例と同様にして、柱状突起10、ガス用通路13、仕切壁11および冷媒用通路14が、陰極側となるシリコンウェハに形成される。尚、本実施例においてはN<sup>+</sup>シリコンウェハ20を用いるようにしているため、電源端子(陰極)は広い基板裏面を利用することができる。

【0030】一方、陽極側となる他のシリコンウェハ22の接合面側にはN<sup>+</sup>拡散層23が形成されており、これらシリコンウェハ20、22が接合、一体化構成される。ここで、N<sup>+</sup>シリコンウェハ20の接合面(仕切壁11上面、支持部12上面)には両ウェハ間を絶縁分離するための酸化シリコン膜21が接合前に予め形成されている。

【0031】陽極側シリコンウェハ22の、所定の厚さに研磨した後の研磨面表面には層間絶縁のための酸化シリコン膜24が形成されており、その上層には高融点金属膜25が被着されている。

【0032】上記構成により、プラズマ噴出孔6まわりにおいて、柱状突起10による陰極電極20a、N<sup>+</sup>拡散層23による陽極電極23bおよび高融点金属膜25による電界レンズ25cが構成されることになる。

【0033】尚、上記種々の実施例において、陰極構造は柱状形状にて形成するようにしていたが、電子を放出しやすい鋭角状の突起形状に構成してもよく、さらには金属体で構成するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1実施例のプラズマジェット形成装置の概略構造図を示し、図(b)は平面図、図(a)は図(b)のAA断面図である。

【図2】本発明第1実施例の製造工程順における断面構造図である。

【図3】図1(b)のBB断面図である。

【図4】本発明第2実施例の製造工程順における断面構造図である。

【図5】本発明第3実施例の断面構造図である。

【図6】微小電子銃の概略構造図である。

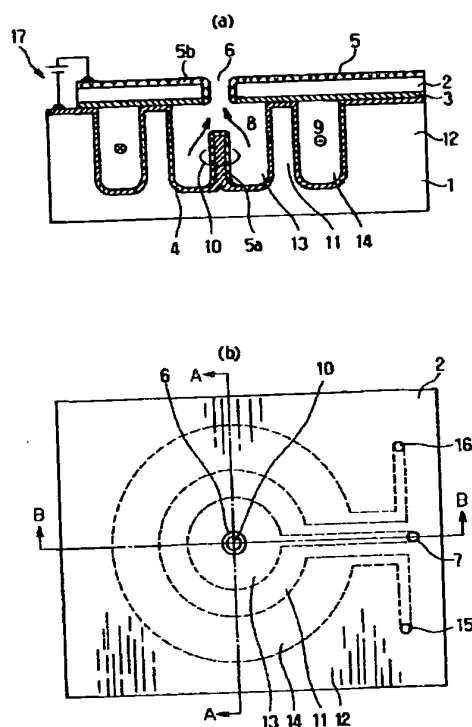
【符号の説明】

1 シリコンウェハ

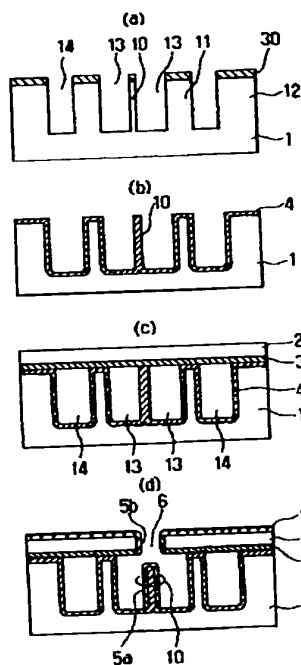
- 2 シリコンウェハ
- 3 酸化シリコン膜
- 4 N<sup>+</sup> 配線層
- 5 高融点金属膜
- 6 プラズマ噴出孔
- 7 ガス導入孔

- 8 プラズマ源ガス
- 9 冷媒
- 10 柱状突起
- 13 ガス用通路
- 14 冷媒用通路
- 17 電源

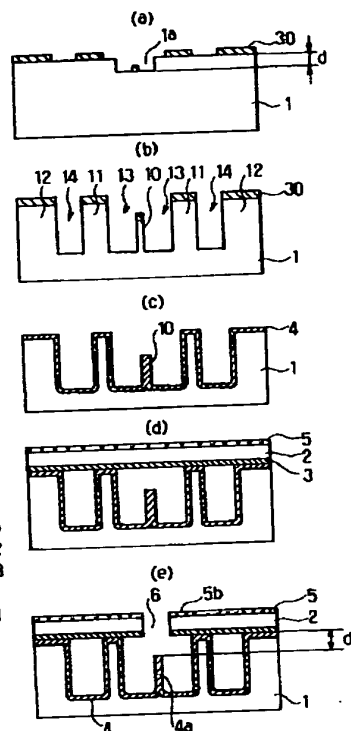
【図1】



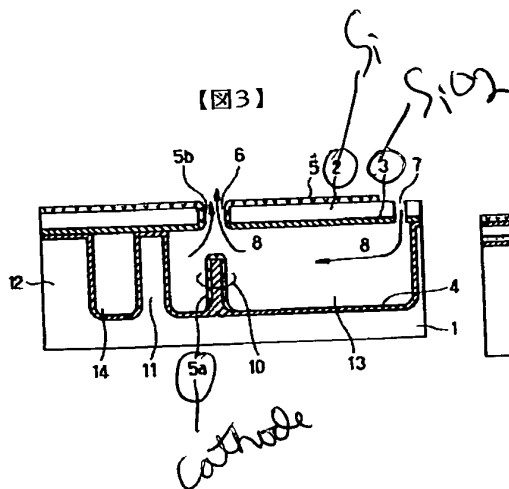
【図2】



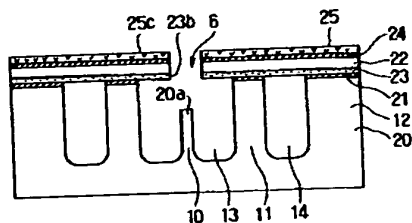
【図4】



【図3】



【図5】



【図6】

